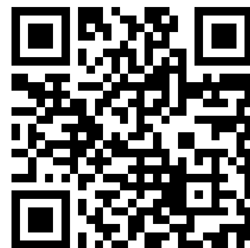


THE DISCOVERY

OF

ELECTROMAGNETISM

MADE IN THE YEAR 1820 BY

H. C. OERSTED

PUBLISHED FOR THE OERSTED COMMITTEE AT THE EXPENSE OF THE STATE

BY

ABSALON LARSEN

COPENHAGEN

1920

F. HENDRIKSENS REPRODUKTIONS-ATELIER

H. H. THIELES BOGTRYKKERI

LA DÉCOUVERTE
DE
L'ÉLECTROMAGNÉTISME
FAITE EN 1820 PAR
J.-C. ŒRSTED



PUBLICATION AUX FRAIS DU TRÉSOR POUR LE COMITÉ J.-C. ŒRSTED

PAR

ABSALON LARSEN

COPENHAGUE

1920

INDEX

PRÉFACE

Le 21 juillet 1820 le physicien danois J.-C. Œrsted[1] publia le premier rapport sur sa découverte de l'effet du courant électrique sur l'aiguille aimantée. En reconnaissant l'importance de la découverte il rédigea ce mémoire en latin et le fit parvenir à un grand nombre d'érudits, de revues scientifiques et de sociétés savantes; partout ce mémoire fit le plus grand bruit et fut inséré tout de suite en traduction dans les revues des sciences physiques et naturelles; on refit partout les expériences d'Œrsted et elles provoquèrent toute une série de travaux scientifiques dans ce nouveau domaine de recherches physiques.

C'est au centième anniversaire de cet événement d'une si haute importance scientifique et technique que nous publions le présent fascicule commémoratif qui reproduit en facsimilé le mémoire latin d'Œrsted, les traductions française, italienne, allemande et anglaise publiées peu après dans les revues scientifiques ainsi que la réimpression d'une traduction danoise parue en 1820.

Œrsted s'occupait depuis longtemps de la possibilité de relations entre l'électricité et le magnétisme, ces deux forces naturelles qui présentaient toutes les deux à l'investigation scientifique tant de phénomènes curieux et quelques applications pratiques; leur réunion doit être considerée comme un événement des plus heureux dans l'histoire des sciences naturelles, non seulement pour leurs conséquences scientifiques mais aussi pour leurs applications pratiques.

Plusieurs années avant cette date Œrsted avait déjà posé une théorie sur la lumière, selon laquelle celle-ci dépendrait d'un conflit électrique entre les deux éspèces d'électricité. Il eut alors l'idée que les relations entre les forces électriques et le magnétisme que l'on avait jusque-là vainement cherchées, pourraient se fonder, non sur les forces électriques elles-mêmes, mais sur le »conflit« qui surgirait entre elles au moment de leur réunion; depuis plus d'un siècle on avait observé que la foudre avait changé les pôles des aiguilles aimantées, et cette observation vint s'adapter à l'idée d'Œrsted.

Œrsted fit ses premières expériences au commencement d'avril 1820 et se confirma dans la justesse de son opinion.

Les expériences décrites dans le mémoire latin furent exécutées au mois de juillet 1820 avec une pile voltaïque composée de 20 grands éléments.

Le mémoire latin est extrêmement concis et serré, tellement serré qu'on est

---

[1] En danois: Hans Christian Ørsted, en latin: Johannis Christianus Örsted.

PREFACE

On July the 21st 1820 the Danish physicist Hans Christian Oersted[1] published his first pamphlet on the effect of the electric current on the magnetic needle. Realizing the importance of his discovery, he composed his booklet in Latin and sent it to a great many prominent persons and to scientific reviews and societies. It caused an immense sensation everywhere; and it was at once translated and published in the scientific reviews of various countries. Not only were his experiments repeated everywhere, but they also inspired a whole series of treatises on the fascinating subject, now brought within the range of scientific research work.

In commemoration of his discovery, which proved to be of immense importance both scientifically and technically, this brochure is issued on the centennial anniversary of the great event. It contains facsimile reproductions of the Latin pamphlet published by Oersted, and of the French, Italian, German, and English translations, which soon appeared in various reviews, and also a reprint of a Danish translation from 1820.

For a long time Oersted had been deeply interested in the possibility of a connection between electricity and magnetism, two elemental forces that, taken separately, displayed many strange phenomena worthy of scientific research and suitable for a few applications in practical life. But the connection of those two forces must be considered one of the happiest events in the history of science both with regard to scientific and practical results.

Already a few years earlier, Oersted had laid down a theory about light, according to which it was due to an electric conflict between the two different kinds of electricity. Now he was struck by the idea that the connection, hitherto looked for in vain, between electricity and magnetism, might appear not to depend on separate electric forces, but on the conflict that arose between them when they united. His idea was strengthened by the fact, already well-known for more than a hundred years, that lightning will change the poles of magnetic needles without striking them.

Oersted made his first experiments at the beginning of April 1820, and through these the accuracy of his theory was confirmed.

---

[1] In Danish Hans Christian Ørsted, but in Latin Johannis Christianus Örsted.

tenté de dire, au moins pour plusieurs parties, que chaque ligne contient une expérience.

Les résultats furent des plus surprenants. On constata d'abord que c'était le circuit fermé et non le circuit ouvert qui influençait l'aiguille aimantée, et que la force agissait perpendiculairement sur un plan tracé par le fil et le pôle magnétique. On constata ensuite qu'elle était indépendante de la nature du fil conducteur, que ceci fût de platine, d'or, d'argent, de laiton, de fer, de plomb, d'étain, de mercure ou même d'eau, et enfin que, contrairement aux forces électriques jusque-là connues, elle pénétrait tous les corps, même les métaux et l'eau, sauf le fer.

Œrsted fit des expériences sur la direction de la force dans les diverses positions du fil conducteur, placé tantôt à l'est, tantôt à l'ouest, tantôt au-dessus, tantôt au-dessous de l'aiguille aimentée, parallèlement ou perpendiculairement au méridien magnétique, etc., etc., et les résultats de ces expériences furent résumés par Œrsted dans la conception que l'activité s'opère en cercles autour du fil conducteur et que le conflit entre les forces électriques n'est pas renfermé dans le fil conducteur, mais qu'il a autour de lui une sphère d'activité assez étendue. Les idées d'Œrsted sur le conflit électrique sont, sous certains rapports, plus riches, plus vastes que celles d'un temps plus moderne sur le courant électrique, et la conception moderne des électrons qui sont censés se précipiter entre les atomes à l'intérieur du fil conducteur, présente une certaine analogie avec les idées d'Œrsted.

Le savant danois continua ses expériences pendant et après la première publication de sa découverte. C'est ainsi qu'il a fait des expériences fort intéressantes sur l'effet d'un seul élément, et il a démontré, en le suspendant à un fil de manière à pouvoir se tourner dans tous les sens, que le conducteur est influencé par l'aimant[1].

Parmi les autres travaux d'Œrsted, très nombreux dans le domaine physique et chimique, nous nous contenterons de citer ses recherches sur la compressibilité de l'eau et sa préparation du chlorure d'aluminium anhydre qui a été un puissant agent de synthèse de beaucoup de composés organiques.

Pour le reste nous renvoyons à l'édition des œuvres de J.-C. Œrsted qui à l'occasion du centenaire est publiée par l'Académie Royale des Sciences et des Lettres de Danemark sous la rédaction de Mme Kirstine Meyer, née Bjerrum[2], et à l'édition de M. C. Harding de la correspondance d'Œrsted[3].

---

[1] Voir Bibliothèque Universelle des Sciences. Vol. 15 pag. 137—141 Genève 1820, et Journal de Physique Vol. 91 pag. 78—80 Paris 1820. Le Rapport de ces expériences se trouve aussi dans Schweiggers Journal für Chemie und Physik. Bd. 29 pag. 364—369, Nürnberg 1820, dans le même numéro qui donnait en pages 275—281 le mémoire latin d'Œrsted.

[2] H. C. Ørsted: Scientific Papers. Collected edition with two essays on his work by Kirstine Meyer, née Bjerrum, Vol. I, II, III. Copenhagen 1920.

[3] M. C. Harding: Correspondance d'Örsted avec divers savants. Copenhague 1920.

The experiments described in the Latin pamphlet were made with a powerful battery consisting of 20 big elements during the month of July 1820.

The pamphlet is very much condensed, in fact it is so brief that in many parts of it each line can be said to describe an experiment.

The results were certainly most astonishing. In the first place, it was a surprise that the magnetic needle was only moved from its position when the galvanic circuit was complete, and not when it was open. Secondly, that the force was perpendicular to a plane through the wire and the magnetic pole. Thirdly, that it made no difference whether the uniting conductor was made of platinum, gold, silver, brass, iron, lead, tin, or a mass of mercury; even water was employed with equal success. Finally, that the effect of the uniting wire, in contrast to other electric forces known till then, passed through all solids, even water and metals, with the exception of iron.

Oersted made experiments on the direction of the force, when the uniting wire is placed in various positions to the magnetic needle (i. e. whether it is placed to the east or to the west of it, above or beneath it, parallel or perpendicular to it), and he summed up his results in the theory that the effect performs a circular motion round the uniting wire, and that the conflict is not confined to the conductor but dispersed pretty widely in the surrounding space. In many respects Oersted's idea of electric conflict is broader than a later generation's idea of the electric current. The recognition made in our days, that electrons are rapidly moving to and fro among the atoms in the conducting wire, seems to be very much akin to Oersted's theories.

After having published his first pamphlet, Oersted continued his research work. He thus made extremely interesting experiments on the effect of a single element and, by suspending it in a cord so that it was free to revolve, he proved that the conductor is influenced by the magnet[1].

Among his numerous works dealing with physics and chemistry, only a few can be mentioned here, viz. his researches on the compressibility of water, and his preparing of anhydrous chloride of aluminium, which is known to have been of great importance for the syntheses of organic chemistry.

As to details, we shall have to refer to the publication of the works of Hans Christian Oersted, which, on account of the centenary jubilee, is issued by the Royal Danish Society of Sciences, and edited by Kirstine Meyer, née Bjerrum[2], and also to Mr. Harding's edition of Oersted's correspondance with men of science[3].

---

[1] New Electromagnetic Experiments. By Prof. Oersted. Annals of Philosophy Vol. XVI London 1820 page 375. The report of these experiments is also to be found in Schweiggers Journal für Chemie und Physik Bd. 29 pag. 364—369, Nürnberg 1820, in the same number of that review in which the first communication of Oersted appeared in Latin.

[2] H. C. Ørsted: Scientific Papers. Collected edition with two essays on his work by Kirstine Meyer, née Bjerrum, Vol. I, II, III. Copenhagen 1920.

[3] M. C. Harding: Correspondance d'Órsted avec divers savants. Copenhague 1920.

Jean-Christian Œrsted, né le 14 août 1777 et mort le 9 mars 1851, était professeur de physique à l'Université de Copenhague. Il a bien mérité de sa patrie par la propagation de la connaissance et de l'étude des sciences physiques. En 1824 il fonda »Selskabet for Naturlærens Udbredelse« (La Société pour la Propagation des Sciences physiques), et en 1829 fut fondée selon les plans d'Œrsted l'Ecole Polytechnique à Copenhague, de laquelle il était directeur jusqu'à sa mort.

Œrsted était un esprit poétique et entretenait des relations intimes avec les représentants les plus éminents de la littérature et des arts. Il était ami et protecteur du célèbre poète Hans Christian Andersen et par son ouvrage »L'esprit dans la Nature« il exerça une grande influence sur les idées de son temps.

Par son activité stimulante et inspiratrice pour la propagation de la connaissance de la nature il a profondément influencé plusieurs grands industriels de son temps.

Par sa découverte de l'électro-magnétisme J.-C. Œrsted a pris rang parmi les savants de réputation universelle qui ont joué un rôle définitif dans le développement de l'électricité comme science et comme base d'applications pratiques si pleines de résultats si merveilleux et si importantes pour la civilisation humaine.

Il est donc naturel que les danois citent le nom d'Œrsted à côté de celui de l'astronome Tycho-Brahé, dont les recherches astronomiques sont connues partout, et celui d'Ole Rœmer qui reconnut que la lumière demande du temps pour se propager et en mesura la vitesse.

La médaille Œrsted représentée sur le titre de ce fascicule se distribue en récompense de travaux scientifiques, et elle est un des nombreux signes visibles de la gratitude avec laquelle la patrie embrasse la mémoire de son fils célèbre.

Hans Christian Oersted, who was born on August the 14th 1777 and who died on March the 9th 1851, was professor of physics at the University of Copenhagen.

He rendered great services to Denmark by spreading the knowledge of the study of physics. In 1824 he founded »Selskabet for Naturlærens Udbredelse« (The Society for the Propagation of Sciences). Until his death he was the head of the Royal Technical College of Copenhagen, which was founded in 1829 according to his plan.

Oersted was a very poetical nature; he stood in close relation to most of the leading intellectuals of the day. He was the good genius of the world-famous poet Hans Andersen, and remained his staunch friend to the last. Through his pamphlet on »The Spirit in Nature« Oersted highly influenced his contemporaries' view of life.

His inspiring and enthusiastic activity for the spreading of the knowledge of physics has been of decisive importance to several Danish leaders of industry.

With his sensational discovery of electromagnetism Oersted enters the ranks of those world-famous men who have taken prominent parts in the development of electricity both as a science in itself and as a basis for all the wonderful practical applications which have proved themselves to be of such great importance to modern civilization.

No wonder that Oersted's compatriots are proud to couple his name with Danish names such as that of the astronomer Tycho Brahe, whose astronomic works are known all over the world, and the name of Ole Roemer, who perceived that light takes time to spread, and who first of all measured out its velocity.

The Oersted medal reproduced on the title-page of this brochure, is given as a prize for scientific work. It is only one of the many visible signs of the deep gratitude with which Denmark is always sure to surround the memory of Hans Christian Oersted.

EXPERIMENTA
CIRCA EFFECTUM
CONFLICTUS ELECTRICI IN ACUM MAGNETICAM.

Prima experimenta circa rem, quam illustrare aggredior, in scholis de Electricitate, Galvanismo et Magnetismo proxime-superiori hieme a me habitis instituta sunt. His experimentis monstrari videbatur, acum magneticam ope apparatus galvanici e situ moveri; idque circulo galvanico cluso, non aperto, ut frustra tentaverunt aliquot abhinc annis physici quidam celeberrimi. Cum autem hæc experimenta apparatu minus efficaci instituta essent, ideoque phænomena edita pro rei gravitate non satis luculenta viderentur, socium adscivi amicum Esmarch, regi a consiliis justitiæ, ut experimenta cum magno apparatu galvanico, a nobis conjunctim instructo, repeterentur et augerentur. Etiam vir egregius Wleugel, eques auratus ord. Dan. et apud nos præfectus rei gubernatoriæ, experimentis interfuit, nobis socius et testis. Præterea testes fuerunt horum experimentorum vir excellentissimus et a rege summis honoribus decoratus *Hauch*, cujus in rebus naturalibus scientia jam diu inclaruit, vir acutissimus Reinhardt, Historiæ naturalis Professor, vir in experimentis instituendis sagacissimus Jacobsen, Medicinæ Professor, et Chemicus experientissimus Zeise, Philosophiæ Doctor. Sæpius equidem solus experimenta circa materiam propositam institui, quæ autem ita mihi contigit detegere phænomena, in conventu horum virorum doctissimorum repetivi.

In experimentis recensendis omnia præteribo, quæ ad rationem rei inveniendam quidem conduxerunt, hac autem inventa rem amplius illustrare nequeunt; in eis igitur, quæ rei rationem perspicue demonstrant, acquiescamus.

Apparatus galvanicus, quo usus summus, constat viginti receptaculis cupreis rectangularibus, quorum et longitudo et altitudo duodecim æqualiter est pollicum, latitudo autem duos pollices et dimidium vix excedit. Qvodvis receptaculum duabus laminis cupreis instructum est ita inclinatis, ut baculum cupreum, qui laminam zinceam in aqua receptaculi proximi sustentat, portare possint. Aqua receptaculorum $\frac{1}{60}$ sui ponderis acidi sulphurici et pariter $\frac{1}{60}$ acidi nitrici continet. Pars cujusque laminæ Zinceæ in aqua submersa Qvadratum est, cujus latus circiter longitudinem 10 pollicum habet. Etiam apparatus minores adhiberi possunt, si modo filum metallicum candefacere valeant.

Conjungantur termini oppositi apparatus galvanici per filum metallicum, quod brevitatis causa in posterum conductorem conjungentem vel etiam filum conjungens appellabimus. Effectui autem, qui in hoc conductore et in spatio circumjacente locum habet, conflictus electrici nomen tribuemus.

Ponatur pars rectilinea hujus fili in situ horizontali super acum magneticam rite suspensam, eique parallela. Si opus fuerit, filum conjungens ita flecti potest, ut pars eius idonea situm ad experimentum necessarium obtineat. His ita comparatis, acus magnetica movebitur, et quidem sub ea fili conjungentis parte, quæ electricitatem proxime a termino negativo apparatus galvanici accipit, occidentem versus declinabit.

Si distantia fili conjungentis ab acu magnetica $\frac{3}{4}$ pollices non excedit, declinatio acus angulum circiter 45° efficit. Si distantia augetur, anguli decrescunt ut crescunt distantiæ. Cæterum declinatio pro efficacia apparatus varia est.

Filum conjungens locum mutare potest vel orientem vel occidentem versus, dummodo situm acui parallelum teneat, sine alia effectus mutatione, quam respectu magnitudinis; itaque effectus attractioni minime tribui potest, nam idem acus magneticæ polus, qui ad filum conjungens accedit, dum ei ad latus orientale positum est, ab eadem recedere deberet, quando locum ad latus occidentale occupat, si hæ declinationes ab attractionibus vel repulsionibus penderent. Conductor conjungens e pluribus filis aut tæniis metallicis connexis constare potest. Natura metalli effectus non mutat, nisi forte quoad qvantitatem. Fila ex platino, auro, argento, orichalco, ferro, tænias e plumbo et stanno, massam hydrargyri æquali cum successu adhibuimus. Conductor aqua interrupta non omni effectu caret, nisi interruptio spatium plurium pollicum longitudinis complectatur.

Effectus fili conjungentis in acum magneticam per vitrum, per metalla, per lignum, per aquam, per resinam, per vasa figlina, per lapides transeunt; nam interjecta tabula vitrea metallica vel lignea minime tolluntur, nec tabulis ex vitro, metallo et ligno simul interjectis evanescunt, imo vix decrescere videntur. Idem est eventus, si interjicitur discus electrophori, tabula ex porphyrita, vas figlinum, si vel aqua repletum sit. Experimenta nostra etiam docuerunt, effectus jam memoratos non mutari, si acus magnetica pyxide ex orichalco aqua repleta includitur. Effectuum transitum per omnes has materias in electricitate et galvanismo antea nunquam observatum fuisse, monere haud opus est. Effectus igitur, qui locum habent in conflictu electrico, ab effectibus unius vel alterius vis electricæ quam maxime sunt diversi.

Si filum conjungens in plano horizontali sub acu magnetica ponitur, omnes effectus idem sunt ac in plano super acum, tantummodo in directione inversa. Acus enim magneticæ polus, sub quo ea est fili conjungentis pars, quæ electricitatem proxime a termino negativo apparatus galvanici accipit, orientem versus declinabit.

Ut facilius hæc memoria retineantur, hac formula utamur: Polus super quem intrat electricitas negativa ad occidentem, infra quem ad orientem vertitur.

Si filum conjungens in plano horizontali ita vertitur, ut cum meridiano magnetico angulum sensim sensimque crescentem formet, declinatio acus magneticæ augetur, si motus fili tendit versus locum acus deturbatæ; sed minuitur, si filum ab hoc loco discedit.

Filum conjungens in plano horizontali, in quo movetur acus magnetica, ope sacomatis æquilibrata, situm, et acui parallelum, eandem nec orientem nec occidentem versus deturbat, sed tantummodo in plano inclinationis nutare facit, ita ut polus, penes quem ingreditur in filum vis negative electrica deprimatur, quando ad latus occidentale, et elevetur, quando ad orientale situm est.

Si filum conjungens perpendiculare ad planum meridiani magnetici, vel supra vel infra acum ponitur, hæc in quiete permanet; excepto si filum sit polo admodum propinquum: tum enim elevatur polus, quando introitus fit a parte occidentali fili, et deprimitur quando ab orientali fit.

Quando filum conjungens perpendiculare ponitur e regione polo acus magneticæ, et extremitas superior fili electricitatem a termino negativo apparatus galvanici accipit, polus orientem versus movetur; posito autem filo e regione puncto inter polum et medium acus sito, occidentem versus agitur. Quando extremitas fili superior electricitatem a termino positivo accipit, phænomena inversa occurrunt.

Si filum conjungens ita flectitur, ut ad ambas flexuræ partes sibi fiat parallelum, aut duo formet crura parallela, polos magneticos pro diversis rei conditionibus repellit aut attrahit. Ponatur filum e regione polo alteriutri acus, ita ut planum crurum parallelorum sit ad meridianum magneticum perpendiculare, et conjugatur crus orientale cum termino negativo, occidentale cum positivo apparatus galvanici; quibus ita instructis, polus proximus repelletur, vel ad orientem vel ad occidentem pro situ plani crurum. Conjuncto crure orientali cum termino positivo et occidentali cum termino negativo, polus proximus attrahitur. Quando planum crurum ponitur perpendiculare ad locum inter polum et medium acus, iidem, tantummodo inversi, occurrunt effectus.

Acus ex orichalco, ad instar acus magneticæ suspensa, effectu fili conjungentis non movetur. Etiam acus ex vitro, vel ex sic dicto gummi lacca, simili experimento subjectæ in quiete manent.

Ex his omnibus momenta quædam ad rationem horum phænomenorum reddendam afferre liceat.

Conflictus electricus non nisi in particulas magneticas materiæ agere valet. Videntur omnia corpora non-magnetica per conflictum electricum penetrabilia esse;

magnetica vero, aut potius particulæ eorum magneticæ transitui hujus conflictus resistere, quo fit, ut impetu virium certantium moveri possint.

Conflictum electricum in conductore non includi, sed, ut jam diximus, simul in spatio circumjacente idque satis late dispergi, ex observationibus jam propositis satis patet.

Similiter ex observatis colligere licet, hunc conflictum gyros peragere, nam hæc esse videtur conditio, sine qua fieri nequeat, ut eadem pars fili conjungentis, quæ infra polum magneticum posita eum orientem versus ferat, supra posita eundem occidentem versus agat; hæc enim gyri est natura, ut motus in partibus oppositis oppositam habeant directionem. Præterea motus per gyros cum motu progressivo, juxta longitudinem conductoris, conjunctus, cochleam vel lineam spiralem formare debere videtur, quod tamen, nisi fallor, ad phænomena hucusque observata explicanda nihil confert.

Omnes in polum septentrionalem effectus, hic expositi, facile intelliguntur, ponendo, vim vel materiam negative electricam lineam spiralem dextrorsum flexam percurrere, et polum septentrionalem propellere, in meridionalem autem minime agere. Effectus in polum meridionalem similiter explicantur, si vi vel materiæ positive electricæ motum contrarium et facultatem in polum meridionalem non autem in septentrionalem agendi tribuimus. Hujus legis cum natura congruentia melius repetitione experimentorum quam longa explicatione perspicietur. Dijudicatio autem experimentorum multo fiet facilior, si cursus virium electricarum in filo conjungente signis pictis vel incisis indicatus fuerit.

Dictis hoc tantum adjiciam: Demonstrasse me in libro septem abhinc annis edito, calorem et lucem esse conflictum electricum. Ex observationibus nuper adlatis jam concludere licet, motus per gyros etiam in his effectibus occurrere; quod ad phænomena, quæ polaritatem lucis appellant, illustranda perquam facere puto.

Dabam Hafniæ d. 21de Julii 1820.

Johannis Christianus Örsted.

Eques auratus Ordinis Dannebrogici, in Universitate Hafniensi Prof. Physices Ord., Secretarius Societatis Regiæ Scientiarum Hafniensis.

Typis *SCHULTZIANIS.*

(ANNALES DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE. TOME XIV. PAG. 417—25? PARIS 1820)

EXPERIMENTA CIRCA EFFECTUM, etc. *Expériences sur l'effet du conflict électrique sur l'aiguille aimantée.*

PAR Mr J. CHR. OERSTED,

Professeur de physique dans l'Université de Copenhague.

(*Traduction.*) (1)

Les premières expériences sur l'objet que j'entreprends d'éclaircir ont été faites dans les leçons que j'ai données, l'hiver dernier, sur l'électricité et le magnétisme. Elles ont montré en général que l'aiguille aimantée changeait de direction par l'influence de l'appareil voltaïque; et que cet effet avait lieu lorsque le circuit était formé, et

(1) Cet article, qui doit paraître dans le prochain Cahier de la *Bibliothèque universelle*, m'avait été communiqué, à Genève, par M. Pictet; depuis, plusieurs savans de Paris l'ont aussi reçu directement de l'auteur. Les lecteurs des *Annales* auront remarqué que nous n'accueillons pas, en général, trop à la légère, les annonces des découvertes extraordinaires, et jusqu'ici nous n'avons eu qu'à nous applaudir de cette réserve; mais, à l'égard du Mémoire de M. OErsted, les résultats qu'il renferme, quelque singuliers qu'ils puissent paraître, sont accompagnés de trop de détails pour donner lieu à aucun soupçon d'erreur. J'ajouterai d'ailleurs que M. le professeur de La Rive, de Genève, qui a découvert lui-même des phénomènes extrêmement curieux avec les puissantes piles voltaïques qu'il possède, ayant bien voulu me permettre d'assister à la vérification qu'il a faite des expériences de M. OErsted devant MM. Prévost, Pictet,

non lorsqu'il était interrompu ; procédé que des physiciens célèbres avaient vainement essayé il y a quelques années. Mais comme mes expériences avaient été faites avec un appareil peu énergique, et dont l'effet n'était pas aussi frappant que l'importance du fait à établir le méritait, j'invitai mon ami Esmarch, conseiller de justice de S. M., à se joindre à moi pour les répéter avec un appareil plus considérable. Nous eûmes encore pour associé et témoin M. le chevalier Vlengel, les savans MM. Hauch, Reinhardt, professeurs d'histoire naturelle, Jacobsen, professeur de médecine et très-habile chimiste, et Zeize, professeur de philosophie. J'ai fait aussi quelques expériences, à moi seul; et lorsqu'elles m'apprenaient quelque chose de nouveau, j'avais soin de les répéter en présence de ces hommes éminens dans la science.

---

de Saussure, Marcet, de Candolle, etc., jai pu me convaincre moi-même de l'exactitude des résultats principaux donnés par le savant Danois, savoir : 1° qu'un fil métallique en communication avec les deux poles de la pile agit sur l'aiguille aimantée; 2° que la nature de cette action dépend, sinon de la position de la pile, du moins de la direction dans laquelle les fluides positif et négatif se meuvent dans le fil conducteur, relativement aux poles de l'aiguille; 3° *que si le fil conducteur est placé au-dessous de l'aiguille, il produira une déviation en sens inverse de celle qu'il occasionait quand il était au-dessus*. M. de La Rive a fait les expériences, tantôt en tenant l'aiguille seule sous le récipient d'une machine pneumatique, tantôt en y plaçant à la fois l'aiguille et le fil conducteur ; les résultats ont toujours été les mêmes. (A.)

Dans les détails qui vont suivre, j'omettrai tout ce qui m'a conduit à la découverte, et je me bornerai aux faits qui la constatent.

Notre appareil voltaïque était composé de vingt loges de cuivre rectangulaires contiguës, dont la longueur et la hauteur étaient d'environ 12 pouces, et la largeur d'environ 2 pouces et demi. Chaque loge est formée de deux lames de cuivre inclinées, de manière qu'elles puissent porter la baguette de cuivre qui soutient la lame de zinc dans l'eau de la loge voisine (1). L'eau dont on remplit les loges contient $\frac{1}{60}$ de son poids d'acide sulfurique, et un autre soixantième d'acide nitrique. La portion de chaque lame de zinc plongée dans ce liquide est un carré dont le côté est d'environ 10 pouces. On peut employer des appareils moins puissans, il suffit qu'ils soient capables de faire rougir un fil de métal.

On met en communication les poles opposés de l'appareil voltaïque, par un fil de métal que nous appellerons, pour abréger, le fil *conducteur* ou *conjonctif*; et nous désignerons l'effet qui se manifeste dans ce conducteur et autour de lui pendant l'action voltaïque, par l'épithète de *conflict électrique*.

Qu'on suppose maintenant que la partie rectiligne de ce fil soit horizontale, et placée au-dessus et parallèlement à une aiguille de boussole librement suspendue. Il faut, de plus, que l'appareil soit constitué de ma-

(1) Cette description n'est pas claire; mais toutes les piles, quelle que soit leur construction, produisent les mêmes effets.

nière qu'on puisse à volonté fléchir le fil conjonctif pour donner à sa partie active la position qu'exige l'expérience.

Dans celle qu'on vient de supposer, l'aiguille aimantée se mouvra, de manière que, sous la partie du fil conjonctif qui est la plus rapprochée du pole négatif de l'appareil, elle déclinera vers l'ouest.

Si le fil n'est pas à plus de trois quarts de pouce de l'aiguille, la déclinaison de celle-ci fait un angle d'environ 45 degrés. Si l'on augmente la distance, l'angle décroît à proportion. D'ailleurs, la quantité absolue de cette déviation varie selon que l'appareil est plus ou moins puissant.

On peut changer la direction du fil conjonctif vers l'est ou vers l'ouest, pourvu qu'il demeure parallèle à l'aiguille, sans autre changement dans le résultat que sous le rapport de son étendue; d'où il suit que l'effet ne peut pas être attribué à l'attraction; car le même pole de l'aiguille qui se rapproche du fil conjonctif lorsqu'il est du côté oriental, devrait s'en éloigner lorsqu'on le place du côté occidental, si ces déclinaisons dépendaient d'attractions ou de répulsions. Le conducteur peut être composé de plusieurs fils ou bandelettes réunies en faisceau. L'espèce du métal qu'on y emploie ne change pas l'effet, mais elle influe peut-être sur son étendue. Nous avons employé avec un égal succès des fils de platine, d'or, d'argent, de laiton et de fer; des bandelettes de plomb et d'étain, et du mercure. Lorsqu'on interrompt le circuit par de l'eau, le conducteur ne perd pas tout son effet, à moins que son interruption n'ait lieu sur un espace de plusieurs pouces.

L'effet du fil conjonctif sur l'aiguille aimantée a lieu au travers du verre, des métaux, du bois, de l'eau, de la résine, des vases de terre cuite et des matières pierreuses. Toutes ces substances interposées entre le conducteur et l'aiguille ne paraissent pas diminuer sensiblement l'influence de l'un sur l'autre. Il en est de même si l'on interpose entre eux le disque d'un électrophore, une bande de porphyre, une soucoupe pleine d'eau. Nous avons éprouvé que la même influence s'exerce sur l'aiguille lorsqu'elle est placée dans une boîte de laiton remplie d'eau. Il n'est pas nécessaire de remarquer que le passage de l'électricité, ou ordinaire, ou voltaïque, au travers de ces diverses substances, n'avait pas encore été observé. Ainsi, les effets qui se manifestent dans le conflict électrique sont très-différens de ceux que l'action de l'un ou de l'autre pole, considérés séparément, peuvent produire.

Si le fil conjonctif est disposé horizontalement *sous* l'aiguille, les effets sont de même nature que ceux qui ont lieu quand il est au-dessus d'elle; mais ils s'opèrent dans une direction inverse, c'est-à-dire que le pole de l'aiguille sous lequel se trouve la partie du fil conjonctif qui reçoit l'électricité négative de l'appareil décline alors vers l'orient.

Pour se rappeler plus facilement ces résultats, on peut les rattacher à cette formule, savoir : que « le pole au-dessus duquel entre l'électricité négative décline vers l'occident, et vers l'orient, si elle entre au-dessous de lui. »

Si le fil conjonctif (toujours supposé horizontal) est tourné graduellement de manière à former un angle de

plus en plus grand avec le méridien magnétique, la déclinaison de l'aiguille s'augmente si le mouvement du fil tend vers le lieu de l'aiguille troublée; elle diminue au contraire, s'il s'en éloigne.

Lorsque le fil conjonctif horizontal est rendu parallèle à l'aiguille (équilibrée par un petit curseur ou contre-poids), il ne la fait décliner ni à l'est ni à l'ouest; mais il l'incline dans un plan vertical, de manière que le pole près duquel l'action négative de la pile s'exerce sur le fil s'abaisse quand le fil est situé du côté occidental, et s'élève quand il est du côté oriental.

Si l'on dispose le fil conjonctif, soit au-dessus, soit au-dessous de l'aiguille, dans un plan perpendiculaire au méridien magnétique, elle demeure en repos; à moins que le fil ne soit très-voisin du pole de l'aiguille; car, dans ce cas, il s'élève quand l'entrée a lieu par la partie occidentale du fil, et il s'abaisse lorsqu'elle a lieu par la partie orientale.

Lorsqu'on dispose le fil conjonctif perpendiculairement vis-à-vis le pole de l'aiguille, et que l'extrémité supérieure du fil reçoit l'électricité du côté négatif de l'appareil, le pole de l'aiguille se meut vers l'orient; mais si on place le fil vis-à-vis d'un point entre le pole et le milieu de l'aiguille, elle marche à l'occident. Les phénomènes se présentent dans l'ordre inverse quand l'extrémité supérieure du fil conjonctif reçoit l'électricité du côté positif de l'appareil.

Si l'on recourbe le fil conjonctif jusqu'à rendre parallèles les deux parties après la courbure, alors il repousse ou attire les deux poles magnétiques, selon les circonstances. Si l'on dispose le fil relativement à l'un

ou l'autre pole de l'aiguille, de manière que le plan vertical qui sépare les deux côtés parallèles du fil soit perpendiculaire au méridien magnétique, et qu'alors on joigne la branche orientale du fil à l'extrémité négative de l'appareil, et la branche occidentale à l'extrémité positive, on verra que le pole de l'aiguille le plus voisin sera repoussé vers l'orient, ou vers l'occident, selon la situation du plan des branches. Lorsqu'on fait communiquer la branche orientale du fil avec le côté positif de l'appareil, et sa branche occidentale avec le côté négatif, le pole le plus voisin est attiré. Quand le plan des branches du fil est perpendiculaire à l'aiguille dans un point équidistant du centre et de son pole, on a les mêmes effets, mais dans des directions inverses.

Une aiguille de laiton suspendue à la manière de celles d'acier n'est point mise en mouvement par l'influence du fil conjonctif. Il en est de même d'une aiguille faite de verre ou de gomme lacque.

Considérons pendant quelques instans l'ensemble de ces phénomènes.

Le conflict électrique n'agit que sur les particules magnétiques de la matière. Tous les corps non magnétiques sont perméables au conflict électrique; mais les corps magnétiques, ou, pour mieux dire, les particules magnétiques de ces corps, résistent au passage de ce conflict, de manière à pouvoir être mises en mouvement par l'action de ces forces qui luttent ensemble.

Il paraît, d'après les faits exposés, que le conflict électrique n'est pas renfermé dans le fil conducteur, mais qu'il a autour de lui une sphère d'activité assez étendue.

On peut aussi conclure des observations, que ce conflict agit en tournoyant; car, sans cette supposition on ne comprendrait pas comment la même portion du fil conjonctif, qui, placée en dessous du pole magnétique, porte l'aiguille vers l'orient, la pousserait vers l'occident lorsqu'elle est au-dessus de ce pole. Mais telle est la nature de l'action circulaire, que les mouvemens qu'elle produit ont lieu dans des directions précisément contraires aux deux extrémités d'un même diamètre. Il paraît encore que le mouvement circulaire, combiné avec le mouvement progressif dans le sens de la longueur du fil conjonctif, doit former un genre d'action qui s'exerce en hélice autour de ce fil comme axe. Toutefois cette remarque ne contribue nullement à l'explication des phénomènes observés.

Tous les effets exposés tout-à-l'heure relativement au pole nord de l'aiguille s'expliqueront aisément en supposant que la force, ou la matière négativement électrique, parcourt une spirale fléchie de gauche à droite; qu'elle pousse le pole nord, et qu'elle n'agit pas sur le pole sud. De même, on expliquera les effets sur ce dernier, en accordant à cette force ou à cette matière électriquement négative un mouvement dans une direction contraire, et la faculté d'agir sur le pole sud, et non sur le pole nord. On comprendra mieux l'accord de cette loi avec les effets observés, en répétant les expériences qu'en cherchant à développer plus longuement l'explication. On l'aurait rendue plus claire si on avait pu s'aider de figures pour désigner les directions des forces électriques autour du fil conducteur.

Je n'ajouterai qu'une considération; j'ai démontré,

dans un ouvrage publié il y a sept ans, que le calorique et la lumière composaient le conflict électrique. On peut conclure légitimement des observations que je viens de rapporter, que ces effets ont lieu par des mouvemens gyratoires ; je me persuade que ces faits peuvent contribuer à éclaircir ceux qui ont rapport à ce qu'on appelle la polarité de la lumière.

(GIORNALE DI FISICA, CHIMICA E STORIA NATURALE.
DECADE II. TOMO III. PAG. 335—39. PAVIA 1820)

Esperienze intorno all' effetto del conflitto elettrico sull' ago calamitato, del Sig. I Chr. Orsted, *Prof. di Fisica nell' Università di Copenaghen.* (1)

Le prime esperienze intorno all' oggetto che ora intraprendo a discutere furono fatte nelle lezioni ch' io diedi nello scorso inverno sull' elettricità e il magnetismo. Esse valsero a dimostrare in generale che l' ago calamitato cangiava di direzione per l' influenza dell' apparecchio voltiano (2); e che un tale effetto avveniva quando il circolo era chiuso non già quand' era interrotto, il qual ultimo processo con inutili tentativi era stato praticato anni sono da celebri fisici. Siccome però le mie esperienze erano state fatte con un apparecchio di poca energia e il cui effetto non facea quella forte impressione che era richiesta dall' importanza del fatto che si volea stabilire, io invitai il mio amico Esmarch, Consigliere di giustizia di S. M., a meco congiungersi affin di ripeterle con un maggiore apparecchio. Noi ebbimo ancora per compagni e testimonj il Sig. Cav. Vlengel, e i dotti Sigg. Hauch, Reinhardt (Prof. di Storia Naturale), Jacobsen (Prof. di Medicina e abi-

(1) Questa è la traduzione di una lettera scritta in latino dall' autore ai Redattori della Biblioteca Universale (Agosto 1820).

(2) L' autore lo dice *galvanico* ma siccome la scoperta della pila appartiene a Volta, così noi ci facciamo un obbligo di applicarvi il suo nome. (*Bibl. Univ.*)

lissimo chimico), e Zeize (Prof. di Filosofia). Alcune esperienze ho fatte anche da me solo, e quando mi conducevano a qualche novita, io avea cura di ripeterle alla presenza di quegli uomini eminenti nella Scienza.

Nella seguente esposizione io ommetterò quanto mi condusse alla scoperta, solo limitandomi ai fatti che la comprovano.

Il nostro apparecchio voltiano risultava da venti ricettacoli di rame rettangolari e contigui, la cui lunghezza e altezza era di circa dodici pollici, e la larghezza di circa un pollice e mezzo. Ciascun ricettacolo era formato di due lamine di rame inclinate, talchè fossero atte a portare la bacchetta di rame che sostiene la lamina di zinco nell'acqua del vicin ricettacolo (1). L'acqua di cui si riempiono i ricettacoli contiene $\frac{1}{60}$ del suo peso di acido solforico, e un altro sessantesimo d'acido nitrico. La porzione di ciascuna lamina di zinco immersa nel liquido è un quadrato il cui lato è di circa dieci pollici. Si posson anche adoprare degli apparecchj di minor vigore, basta ch'essi valgano a far arroventare un filo metallico (2).

I poli opposti dell'apparecchio voltiano vengon posti in comunicazione da un filo metallico, che per brevità noi diremo filo *conduttore* o *congiuntivo*; e coll'epiteto di *conflitto elettrico* indicherem l'effetto che si manifesta in questo conduttore e d'intorno a lui durante l'azione voltiana.

Or si immagini che la parte rettilinea di questo filo sia orizzontale, e collocata al disopra e parallelamente a un ago di bussola liberamente sospeso. È altresì necessario che l'apparecchio sia per tal maniera stabilito che a piacere si possa piegare il fil congiuntivo affin di dare alla sua parte attiva quella posizione che è richiesta dall'esperimento.

In quella che testè fu indicata l'ago della calamita si moverà per tal modo che declinerà verso l'ovest sotto la parte del filo congiuntivo che più si accosta al polo negativo.

Se il filo non distà dall'ago di più che tre quarti di pollice, la declinazione fa un angolo di circa 45 gradi. Accrescendo la distanza, decresce l'angolo in proporzione. Inoltre la quantità assoluta di una tal deviazione varia a norma della maggiore o minor forza dell'apparecchio.

La direzione del filo congiuntivo può esser cangiata verso est o verso ovest, purchè esso rimanga parallelo all'ago, senza che insorga cangiamento nel risultato tranne quello che si riferisce alla sua intensione; dal che si raccoglie che l'effetto non si può attribuire all'attrazione; poichè se tali

---

(1) Ecco l'originale, che non è chiaro: *Quod vis receptaculum duabus laminis cupreis instructum est, ita inclinatis, ut baculum cupreum qui laminum zinceum in aqua receptaculi proxime sustentat portare possint* (*Bibl. Univ.*).

(2) L'autore non dice di qual diametro (*Bibl. Univ.*).

declinazioni dipendessero da attrazioni o da ripulsioni quel medesimo polo dell' ago che si accosta al filo congiuntivo quand' è dal lato orientale dovrebbe allontanarsene quando invece vien posto dal lato occidentale. Il conduttore può essere composto di parecchj fili o nastri sottili riuniti in fascio. La specie di metallo che si adopera non vale a cangiare l' effetto, ma forse vale a renderlo più o men grande. Noi abbiam adoprato con egual riuscita de' fili di platino, d' oro, d' argento, di ottone e di ferro; e de' piccoli nastri di piombo, di stagno e del mercurio. Quando s' interrompe il circuito con dell' acqua, il conduttore non rimane appieno scevro di effetto a meno che l' interruzione non avvenga sopra uno spazio di parecchj pollici.

L' effetto del filo congiuntivo sull' ago calamitato avviene attraverso al vetro, a' metalli, al legno, all' acqua, alla resina, a vasi di terra cotta, ed a materie pietrose. Tutte queste sostanze interposte fra il conduttore e l' ago non sembrano scemare sensibilmente l' influenza dell' uno sull' altro. L' effetto rimane il medesimo se fra loro si pone il disco di un elettrometro, una piastra di porfido, o una sottocoppa piena di acqua. Abbiamo ancor riconosciuto che la medesima influenza opera sull' ago quand' anche esso è posto in una scatola di ottone piena d' acqua. Non è d' uopo di far riflettere che non ancora era stato osservato il passaggio dell' elettricità sia pur l' ordinaria o la voltiana, attraverso a quelle varie sostanze. Per tal modo gli effetti che si manifestano nel conflitto elettrico sono differentissimi da quelli che le azioni dell' uno o dell' altro polo vagliono a produrre, prese separatamente.

Se il filo congiuntivo è disposto orizzontalmente *al disotto* dell' ago, gli effetti sono della medesima natura di quelli che avvengono quando il filo si ritrova al disopra, ma accadono in un' inversa direzione; vale a dire il polo dell' ago sotto il quale ritrovasi la parte del filo congiuntivo che riceve l' elettricità negativa dell' apparecchio declina allora verso l' oriente.

Questi risultati si possono facilmente richiamare alla memoria col soccorso della seguente formola; » declina verso l' occidente il polo sopra cui entra l' elettricità negativa, e declina verso oriente se essa entra al disotto di lui ».

Se il filo congiuntivo (supposto sempre orizzontale) vien piegato gradatamente sicchè faccia un angolo di mano in mano più grande col meridiano magnetico, la declinazione dell' ago si accresce se il moto del filo tende verso il luogo dell' ago sturbato, e scema al contrario se se ne scosta.

Quando il filo congiuntivo, orizzontale, è reso parallelo all' ago (equilibrato da un piccolo contrappeso) non lo fa declinare nè all est nè all' ovest ma lo inclina in un piano verticale, di modo che si abbassa il polo

appo cui opera l'azione negativa della pila sul filo, quando il filo è posto dal lato occidentale, e s'alza quando lo è dall'orientale (1).

Se si dispone il filo congiuntivo, sia pur disopra o disotto dell'ago, in un piano perpendicolare al meridiano magnetico, l'ago si giace in riposo, a meno che il filo non sia assai vicino al polo dell'ago, perocchè in questo caso s'alza quando l'entrata avviene dalla parte occidentale del filo, e s'abbassa quando avviene dalla parte orientale.

Quando il filo congiuntivo vien collocato perpendicolarmente dirimpetto al polo dell'ago, e che la superiore estremità del filo riceva l'elettricità del lato negativo dell'apparecchio, allora il polo dell'ago si move verso oriente; ma se si pone il filo rimpetto a un punto fra il polo e il dimezzo dell'ago, esso si rivolge all'occidente. I fenomeni si presentano con inverso ordine quando l'estremità superiore del filo congiuntivo riceve l'elettricità del lato positivo dell'apparecchio.

Se si piega il filo congiuntivo sino a che le due parti dopo la curvatura divengano parallele, in tal caso esso respinge o attira i due poli magnetici, a norma delle circostanze. Se il filo relativamente a l'uno o all'altro polo dell'ago si disponga in modo che il piano verticale il qual separa i due lati paralleli del filo sia perpendicolare al meridiano magnetico, e che allora si congiunga il ramo orientale del filo all'estremità negativa dell'apparecchio, e il ramo occidentale all'estremità positiva, si scorgerà che il polo dell'ago più vicino sarà respinto verso oriente o verso occidente a norma della situazione del piano de' rami. Facciasi comunicare il ramo orientale del filo col lato positivo dell'apparecchio, e l'occidentale col lato negativo, e il polo più vicino sarà attirato. Quando poi il piano de' rami del filo è perpendicolare all'ago in un punto equidistante dal centro e dal suo polo, si ottengono i medesimi effetti, ma con inverse direzioni.

Un ago di ottone sospeso come si pratica con quelli d'acciajo non e mosso dall'influenza del filo congiuntivo. Lo stesso accade a un ago fatto di vetro o di gomma lacca.

Consideriamo per alcun poco il complesso di questi fenomeni.

Il conflitto elettrico non agisce che sulle particole magnetiche della materia. Tutti i corpi non magnetici son permeabili al conflitto elettrico; ma

---

(1) Questo passo non è molto chiaro: ecco il latino: *Filum congiungens in plano horizontali, in quo movetur acus magnetica, ope sacomatis equilibrata situm, et acui parallelum, eandem nec orientem nec occidentem versus deterbat, sed tantummodo in plano inclinationis nutare facit; ita ut polus, penes quem ingreditur vis negative electrica deprimatur, quando ad latas occidentale et elevatur quando ad orientale, situm est.* (*Bibl. Univ.*).

i corpi magnetici, o a meglio dire le particole magnetiche di questi corpi, oppongono resistenza al passaggio di tale conflitto, sicchè possono esser poste in movimento dall' azione di tali forze in lotta fra loro.

Dagli esposti fatti appare che il conflitto elettrico non ha limite nel filo conduttore, ma che piuttosto ha intorno a lui una molto estesa sfera d' attività.

Le osservazioni guidano altresì a conchiudere che questo conflitto agisce con giramento; infatti se questo non si supponesse non sarebbe possibile il concepire come quella medesima porzione di filo congiuntivo che porta l' ago verso oriente quand' è posto al disotto del polo magnetico, valesse poi a spingerlo verso occidente quand' è al disopra di questo polo. Ma l' azione circolatoria è appunto di tal guisa che i moti da essa prodotti avvengono in direzioni precisamente contrarie nelle due estremità di uno stesso diametro. E' sembra ancora che il moto circolatorio, combinato col moto progressivo nel senso della lunghezza del filo congiuntivo debba formare un genere di azione che si esercita ad elice intorno a questo filo come a suo asse. Però cotesta osservazione per nulla contribuisce alla spiegazione de' fenomeni osservati.

Tutti gli effetti or ora esposti relativamente al polo nord dell' ago riceveranno una facile spiegazione supponendo che la forza, o la materia negativamente elettrica, percorra una spirale piegata da sinistra a destra: ch' essa spinga il polo nord, e sul polo sud non agisca. Così pure si potranno spiegare gli effetti sopra quest' ultimo accordando a questa forza ossia materia elettrica negativamente, un moto in una direzione contraria, e la facoltà di agire sul polo sud e non sul polo nord. L' accordo di una tal legge cogli effetti che si osservarono si concepirà meglio col ripetere le esperienze anzichè collo sforzarsi di sviluppar più a lungo la spiegazione. Si sarebbe potuto render più chiara se fosse stato lecito l' avere il soccorso di figure per indicare le direzioni delle forze elettriche attorno al filo conduttore.

Or più non soggiungerò che una sol considerazione: in un' opera pubblicata or son sett' anni ho dimostrato che il calorico e la luce compongono il conflitto elettrico; dalle osservazioni or riferite si può legittimamente conchiudere che questi effetti occorrono per degli aggiramenti: io ho persuasione che questi fatti possano contribuire allo schiarimento di quelli che han relazione a quanto vien detto polarità della luce.

Copenaghen, 21 luglio 1820.

J. Christian Orsted
Cav. dell' ordine di Danebrog, Prof. di Fisica all' Univ. di Copenaghen, Segretario della Società Reale delle Scienze.

(ANNALEN DER PHYSIK UND DER PHYSIKALISCHEN CHEMIE.
6. BD. PAG. 295—304. LEIPZIG 1820)

1.

Verſuche über die Wirkung des electriſchen Conflicts auf die Magnetnadel,

von

J. Chr. Oersted, Prof. d. Phyſ. zu Kopenhagen *).

Die erſten Verſuche über den Gegenſtand, den ich aufzuklären unternehme, ſind in den Vorleſungen angeſtellt worden, welche ich in dem verfloſſenen Winter über Electricität, Galvanismus und Magnetismus gehalten habe. Aus dieſen Verſuchen ſchien zu erhellen, daſs die Magnetnadel ſich mittelſt des galvaniſchen Apparats aus ihrer Lage bringen laſſe, und zwar bei geſchloſſenem galvaniſchem Kreiſe, und nicht bei offenem, wie vor mehreren Jahren einige berühmte Phyſiker umſonſt es verſucht haben. Da aber dieſe Verſuche mit einem wenig kräftigen Apparate angeſtellt waren, und daher die erhaltenen Erſcheinungen nicht auszureichen ſchienen für die Wichtigkeit der Sache, ſo nahm ich meinen Freund, den Juſtizrath Esmarch, zu Hülfe, um mit ihm die Verſuche mittelſt eines groſsen, von uns gemeinſchaftlich eingerichteten galvaniſchen Apparates zu wiederholen und

*) Eine faſt wörtliche Ueberſetzung des einzeln gedruckten, lateiniſchen, den 21 Juli 1820 geſchriebenen Viertel-Bogens, der von Hrn. Prof. Oerſted mehreren zugeſchickt worden iſt. Die umklammerten Zahlen, und die Auszeichnung einzelner Worte im Druck zur leichtern Ueberſicht der Verſuche, in dieſem und dem folgenden Auſſatz, rühren von mir her. *Gilb.*

zu vermehren. Auch der Regierungs-Präsident Wleugel, war bei unsern Versuchen gegenwärtig als Theilnehmer und Zeuge. Ueberdem waren Zeugen derselben der als vortrefflicher Physiker längst bekannte Oberhofmarschall Hauch, der Professor der Naturgeschichte Reinhard, der Professor der Medicin Jacobson, ein vorzüglicher Experimentator und Kenner der Chemie, und der Dr. Philos. Zeise. Auch habe ich öfters allein experimentirt, immer aber wenn ich dabei neue Erscheinungen fand, sie in Gegenwart dieser versammelten Gelehrten wiederholt.

In der Erzählung von unsern Versuchen übergehe ich alle, welche zwar zu der Erfindung geführt haben, nachdem die Sache aber einmal gefunden ist, nichts zur Erläuterung derselben beitragen, und schränke mich auf diejenigen ein, aus welchen die Natur des Gegenstandes deutlich hervorgeht.

Der galvanische Apparat, dessen wir uns bedient haben, besteht aus 20 rechteckigen kupfernen Zellen, die jede 12 Zoll lang, 12 Zoll hoch und $2\frac{1}{2}$ Zoll breit, und jede mit zwei Kupferstreifen versehen ist, welche so geneigt sind, dass sie den Kupferstab tragen können, der die in der Flüssigkeit der benachbarten Zelle schwebende Zinkplatte hält. Das Wasser, womit die Zellen angefüllt wurden, war mit $\frac{1}{60}$ seines Gewichtes Schwefelsäure und mit eben so viel Salpetersäure versetzt, und der in jeder Zelle eingetauchte Theil der Zinkplatte war ein Quadrat von etwa 10 Zoll Seite. Doch können auch kleinere Apparate gebraucht werden, wenn sie nur einen Draht zum Glühen zu bringen vermögen.

Man denke sich die beiden entgegengesetzten Enden des galvanischen Apparates durch einen Metall-

Draht verbunden. Diesen werde ich der Kürze halber stets den *verbindenden Leiter* oder den *verbindenden Draht* nennen; die Wirkung aber, welche in diesem verbindenden Leiter und um denselben her vor sich geht, mit dem Namen *electrischer Conflict* bezeichnen.

(1) Man bringe ein gradeliniges Stück dieses verbindenden Drahtes in horizontaler Lage *über* eine gewöhnliche, frei sich bewegende Magnetnadel so dass er ihr parallel sey; und zu dem Ende kann man den Draht ohne Schaden nach Belieben biegen. Ist alles so eingerichtet, so wird die Magnetnadel in Bewegung kommen, und zwar so, dass sie unter dem vom *negativen* Ende des galvanischen Apparates herkommenden Theile des verbindenden Drahtes nach *Westen* zu weicht. Ist die Entfernung des Drahtes von der Magnetnadel nicht mehr als ¾ Zoll, so beträgt diese Abweichung ungefähr 45°. Bei grösserer Entfernung nehmen die Abweichungs-Winkel ab, wie die Entfernungen zunehmen. Uebrigens ist die Abweichung verschieden, nach Verschiedenheit der Stärke des Apparates.

Der verbindende Draht kann nach Osten oder nach Westen bewegt werden, wenn er nur immer der Nadel parallel bleibt *), ohne dass dieses einen andern Einfluss auf den Erfolg hat, als dass die Abweichung kleiner wird. Es lässt sich folglich diese Wirkung keineswegs einer Anziehung zuschreiben; denn derselbe

*) und überdem immer in einer horizontalen Ebene, welche *über* der Nadel fortgeht; eine wesentliche Bedingung, deren Uebergehen zu Missverstand Veranlassung gegeben hat. *Gilb.*

Pol der Magnetnadel, der ſich nach dem verbindenden Drahte zu dreht, wenn er öſtlich von der Nadel iſt, dreht ſich von demſelben abwärts, wenn er ſich weſtlich von derſelben befindet, welches nicht möglich wäre, wenn dieſe Abweichungen auf Anziehungen und Abſtoſsungen beruheten *).

(2) Der verbindende Leiter kann aus mehreren vereinigten Drähten oder Metallſtreifen beſtehen. Die Natur des Metalls verändert den Erfolg nicht, es ſey denn vielleicht in Hinſicht der Gröſse. Wir haben Drähte aus Platin, Gold, Silber, Meſſing und Eiſen, ferner Zinn- und Blei-Streiſen und Queckſilber mit gleichem Erfolg gebraucht. Wird der Leiter durch Waſſer unterbrochen, ſo bleibt nicht alle Wirkung aus, es ſey denn die Waſſerſtrecke ſey mehrere Zoll lang.

(3) Der verbindende Draht wirkt auf die Magnetnadel durch Glas, durch Metalle, durch Holz, durch Waſſer, durch Harz, durch töpferne Gefäſse und durch Steine hindurch; denn als wir zwiſchen beide eine Glastafel, oder eine Metallplatte, oder ein Brett gebracht hatten, blieb der Erfolg nicht aus, ja ſelbſt alle drei vereinigt ſchienen die Wirkung kaum zn ſchwächen. Eben ſo wenig ein Electrophor, eine Porphyr-Platte und ein irdenes Gefäſs, ſelbſt nicht wenn es voll Waſſer war. Unſere Verſuche haben auch gezeigt, daſs die erwähnten Wirkungen nicht verändert werden, wenn man eine Magnetnadel nimmt, die ſich in einer meſſingenen voll Waſſer gegoſſenen Büchſe einge-

*) *ſi hae declinationes ab attractionibus vel repulſionibus penderent*, d. h. wahrſcheinlich, von den gewöhnlichen electriſchen. *C.*

ſchloſſen befindet. Daſs der Wirkungen Durchgang durch alle dieſe Materien, bei Electricität und Magnetismus bisher noch nie iſt beobachtet worden, brauche ich kaum zu bemerken. Die Wirkungen, welche in dem elektriſchen Conflicte Statt finden, ſind alſo von den Wirkungen der einen oder der andern electriſchen Kraft gänzlich verſchieden.

(4) Wenn ſich der verbindende Draht in einer horizontalen Ebene *unter* der Magnetnadel befindet, ſo gehen alle angegebenen Wirkungen nach *entgegengeſetzter* Richtung vor, als wenn er in einer über derſelben befindlichen horizontalen Ebene iſt, ſonſt aber auf ganz gleiche Weiſe. Der Pol der Magnetnadel, unter welchem ſich derjenige Theil des verbindenden Drahtes befindet, in welchen die Electricität des negativen Endes des galvaniſchen Apparates zunächſt hinein tritt, weicht jetzt nach *Oſten* ab.

Damit man dieſes leichter im Gedächtniſſe behalte, bediene ich mich folgender Formel: Der Pol *über* welchem die negative Electricität eintritt, wird nach *Weſten*, der Pol *unter* welchem ſie eintritt, nach *Oſten* zu gedreht.

(5) Dreht man den verbindenden Draht in der horizontalen Ebene, ſo daſs er allmählig immer gröſsere Winkel mit dem magnetiſchen Meridiane macht, ſo wird die Abweichung der Magnetnadel vermehrt, wenn das Drehen des Drahtes nach dem Orte der geſtörten Magnetnadel zuwärts geſchieht; ſie nimmt dagegen ab, wenn das Drehen von dieſem Orte zurück geſchieht.

(6) Ein verbindender Draht, der ſich in der horizontalen [vertikalen?] Ebene befindet, in welcher

ſich eine durch ein Gegengewicht äquilibrirte Magnetnadel bewegt, und der Nadel parallel iſt *), bringt ſie weder nach Oſten noch nach Weſten hin zum Weichen, ſondern macht ſie blos in der Ebene der Inclination ſchwanken, ſo daſs der Pol, nahe bei welchem in dem Drahte die negative electriſche Kraft herkömmt, herunter gedrückt wird, wenn der Draht ſich an der *weſtlichen*, dagegen herauf gedrehet wird, wenn er ſich an der *öſtlichen* Seite derſelben befindet.

(7) Wird der verbindende Draht ſenkrecht auf die Ebene des magnetiſchen Meridians über oder unter der Nadel geſtellt, ſo bleibt dieſe in Ruhe, ausgenommen wenn der Draht dem Pole ziemlich nahe iſt. Dann aber wird der Pol gehoben, wenn der Eintritt von der *weſtlichen* Seite des Drahtes her geſchieht, und herunter gedrückt, wenn er von der *öſtlichen* Seite her vor ſich geht **).

(8) Wird der verbindende Draht *lothrecht* nahe

*) *Filum conjungens in plano horizontali, in quo movetur acus magnetica, ope ſacomatis aequilibrata, ſitum, et acui parallelum.* Scheinen auch dieſe Beſtimmungen nicht recht zuſammen zu paſſen, wie man ſie auch deute, ſo läſst ſich doch kaum daran zweifeln, daſs hier nicht von der Inclinations-Nadel die Rede ſey. Sie bewegt ſich aber in einer *Vertical-Ebene*, und ein ihr paralleler Draht kann ſich nicht in einer *horizontalen* Ebene, und eben ſo wenig wenn er öſtlich oder weſtlich von ihr iſt, ſich mit ihr in einerlei Vertikal-Ebene befinden. *Gilb.*

**) Unſtreitig iſt dieſes, wie vorhin, von der *negativen* Electricität zu verſtehen. Iſt aber hier von der Inclinations-Nadel wie vorhin, oder von der Abweichungs-Nadel, oder von beiden die Rede? In des Hrn. Verfs. Worten liegt nichts, was dieſes beſtimmt. *Gilbert.*

bei einem Pole der Magnetnadel, ihm gegenüber geſtellt, und das obere Ende des Drahtes erhält die Electricität von dem negativen Ende des galvaniſchen Apparates, ſo bewegt ſich dieſer Pol nach *Oſten;* befindet ſich dagegen der Draht nahe bei einem Punkte in der Nadel, der zwiſchen dem Pole und dem Mittelpunkte der Nadel liegt, ſo wird ſie nach *Weſten* getrieben. Erhält das obere Ende des Drahtes die Electricität von dem poſitiven Ende, ſo gehen die entgegengeſetzten Erſcheinungen vor.

(9) Biegt man den verbindenden Draht ſo, daſs er an beiden Theilen der Biegung parallel wird, oder zwei parallele Schenkel bildet *), ſo werden von ihm die magnetiſchen Pole nach Verſchiedenheit der Umſtände angezogen oder abgeſtoſsen. Man ſtelle den Draht einem der beiden Pole der Nadel gegenüber, ſo daſs die Ebene der parallelen Schenkel auf dem magnetiſchen Meridiane ſenkrecht ſey **), und verbinde

*) *Si filum conjungens ita flectitur, ut ad ambas flexurae partes ſibi fiat parallelum, aut duo formet crura parallela.*

**) *Ponatur filum e regione polo alterutri acus, ita ut planum crurum parallelorum ſit ad meridianum magneticum perpendiculare.* Iſt hier, wie kaum zu zweifeln, von der magnetiſchen Abweichungs-*Linie* die Rede, ſo muſs man ſich die beiden Schenkel des Drahts lothrecht denken, weil der eine der weſtliche, der andere der öſtliche ſeyn ſoll. In der franzöſiſchen Ueberſetzung heiſst es: „Si l'on diſpoſe le fil relativement à l'un ou l'autre pole de l'éguille, de maniere, *que le plan vertical qui ſépare les deux côtés paralleles du fil* ſoit perpenduculaire au méridien magnetique . . .“ Dieſes iſt aber eine Auslegung, welche ganz von dem Texte abweicht, der von

den *öſtlichen* Schenkel mit dem negativen, den *weſtlicheu* mit dem poſitiven Ende des galvaniſchen Apparates; in dieſer Lage wird der nächſte Pol *zurückgeſtoſsen* entweder nach Oſten, oder nach Weſten, wie die Lage der Ebene der Schenkel es mit ſich bringt *). Iſt der öſtliche Schenkel mit dem poſitiven, der weſtliche mit dem negativen Ende verbunden, ſo wird der nächſte Pol *angezogen*. Wird die Ebene der Schenkel ſenkrecht bei einer Stelle zwiſchen dem Pol und dem Mittelpunkt der Nadel gebracht, ſo erſolgen dieſelben Wirkungen nur umgekehrt.

(10) Eine Nadel aus Meſſing, welche nach Art der Magnetnadeln aufgehängt iſt, kömmt nicht in Bewegung durch die Wirkung des verbindenden Drahtes. Auch eine Nadel aus Glas oder aus Gummi-Lack bleibt bei ähnlichen Verſuchen mit ihr in Ruhe.

Aus allen dieſem laſſen ſich einige Momente zur Erklärung dieſer Erſcheinungen ableiten. Der electriſche Conflicct vermag nur auf die magnetiſchen Theile der Materie zu wirken. Alle nicht magnetiſche Körper ſcheinen für den electriſchen Conflict durchgänglich zu ſeyn, die magnetiſchen Körper dagegen, oder vielmehr ihre magnetiſchen Theilchen, dem Hindurchgehen dieſes Conflictes zu widerſtehen, und daher kömmt es, daſs ſie durch den Stoſs der käm-

der Ebene der parallelen Schenkel redet, und nicht von der Ebene, *die die beiden Schenkel trennt.*

*) *polus proximus repellitur vel ad orientem vel ad occidentem pro ſitu plani crurum.*

pſenden Kräfte in Bewegung geſetzt werden können *).

Daſs der electriſche Conflict nicht in dem leitenden Drahte eingeſchloſſen, ſondern, wie geſagt, zugleich in dem umgebenden Raume ziemlich weithin verbreitet iſt, ergiebt ſich aus den angeführten Beobachtungen hinlänglich.

Es läſst ſich auch aus dem, was beobachtet worden ſchlieſsen, daſs dieſer Conflict in Kreiſen fortgehe **); denn es ſcheint ohne dieſe Annahme nicht zu begreifen zu ſeyn, wie derſelbe Theil des verbindenden Drahtes, der unter einem Pole der Magnetnadel geſtellt, dieſe nach Oſten treibt, ſie nach Weſten bewegen ſollte wenn er ſich über dieſem Pole befindet; eine Kreisbewegung geht aber in den beiden entgegengeſetzten Enden eines Durchmeſſers nach entgegengeſetzten Richtungen vor ſich. Es ſcheint überdem, es müſſe die Kreisbewegung, verbunden mit der fortſchreitenden Bewegung nach der Länge des Leiters, eine Schneckenlinie oder Spirale beſchreiben, welches jedoch, wenn ich nicht irre, zur Erklärung der bisher beobachteten Erſcheinungen nichts beiträgt.

Alle hier angegebene Wirkungen auf den Nordpol der Nadel laſſen ſich leicht verſtehen, wenn man annimmt, daſs die negativ electriſche Kraft oder Materie eine rechts gewundene Spirale durchläuft, und den Nordpol fortſtöſst, auf den Südpol aber nicht

*) *quo fit, ut impetu virium certantium moveri poſſint.*

**) *hunc conſlictum gyros peragere.*

wirkt; und eben ſo alle Wirkungen auf den Südpol, wenn man der poſitiv electriſchen Kraft oder Materie eine Bewegung in entgegengeſetzter Richtung, und das Vermögen auf den Südpol und nicht auf den Nordpol der Nadel zu wirken, zuſchreibt. Von der Uebereinſtimmung dieſes Geſetzes mit der Natur überzeugt man ſich beſſer durch Wiederholen der Verſuche, als durch eine lange Erklärung. Die Beurtheilung der Verſuche würde aber durch Figuren ſehr erleichtert werden, welche den Weg, den die electriſchen Kräfte in dem verbindenden Drahte gehen, zeigen.

Ich füge dem Geſagten nur noch hinzu, daſs ich in einem ſchon vor ſieben Jahren herausgekommenen Werke bewieſen habe, daſs die Wärme und das Licht der electriſche Conflict ſind *). Aus den neuen hinzu gekommenen Beobachtungen läſst ſich ſchlieſsen, daſs die Bewegung in Kreiſen auch in dieſen Wirkungen vorkomme **); welches zur Aufklärung derjenigen Thatſachen, die man die Polarität des Lichts nennt, wie ich glaube, viel beitragen kann ***).

Geſchrieben zu Kopenhagen den 21 Juli 1820.

*) *Calorem et lucem eſſe conflictum electricum.*

**) *motum per gyros etiam in his effectibus occurrere.*

***) *quod ad phaenomena, quae polaritatem lucis appellant, illuſtranda perquam facere puto.*

(ANNALS OF PHILOSOPHY. VOL. XVI. P. 273—76. LONDON 1820)

*Experiments on the Effect of a Current of Electricity on the Magnetic Needle.** By John Christian Oersted, Knight of the Order of Danneborg, Professor of Natural Philosophy, and Secretary to the Royal Society of Copenhagen.

The first experiments respecting the subject which I mean at present to explain, were made by me last winter, while lecturing on electricity, galvanism, and magnetism, in the University. It seemed demonstrated by these experiments that the magnetic needle was moved from its position by the galvanic apparatus, but that the galvanic circle must be complete, and not open, which last method was tried in vain some years ago by very celebrated philosophers. But as these experiments were made with a feeble apparatus, and were not, therefore, sufficiently conclusive, considering the importance of the subject, I associated myself with my friend Esmarck to repeat and extend them by means of a very powerful galvanic battery, provided by us in common. Mr. Wleugel, a Knight of the Order of Danneborg, and at the head of the Pilots, was present at, and assisted in, the experiments. There were present likewise Mr. Hauch, a man very well skilled in the Natural Sciences, Mr. Reinhardt,

* Translated from a printed account drawn up in Latin by the author, and transmitted by him to the Editor of the *Annals of Philosophy*.

Professor of Natural History, Mr. Jacobsen, Professor of Medicine, and that very skilful chemist, Mr. Zeise, Doctor of Philosophy. I had often made experiments by myself; but every fact which I had observed was repeated in the presence of these gentlemen.

The galvanic apparatus which we employed consists of 20 copper troughs, the length and height of each of which was 12 inches; but the breadth scarcely exceeded $2\frac{1}{2}$ inches. Every trough is supplied with two plates of copper, so bent that they could carry a copper rod, which supports the zinc plate in the water of the next trough. The water of the troughs contained $\frac{1}{60}$th of its weight of sulphuric acid, and an equal quantity of nitric acid. The portion of each zinc plate sunk in the water is a square whose side is about 10 inches in length. A smaller apparatus will answer provided it be strong enough to heat a metallic wire red hot.

The opposite ends of the galvanic battery were joined by a metallic wire, which, for shortness sake, we shall call the *uniting conductor*, or the *uniting wire*. To the effect which takes place in this conductor and in the surrounding space, we shall give the name of the *conflict of electricity*.

Let the straight part of this wire be placed horizontally above the magnetic needle, properly suspended, and parallel to it. If necessary, the uniting wire is bent so as to assume a proper position for the experiment. Things being in this state, the needle will be moved, and the end of it next the negative side of the battery will go westward.

If the distance of the uniting wire does not exceed three-quarters of an inch from the needle, the declination of the needle makes an angle of about 45°. If the distance is increased, the angle diminishes proportionally. The declination likewise varies with the power of the battery.

The uniting wire may change its place, either towards the east or west, provided it continue parallel to the needle, without any other change of the effect than in respect to its quantity. Hence the effect cannot be ascribed to attraction; for the same pole of the magnetic needle, which approaches the uniting wire, while placed on its east side, ought to recede from it when on the west side, if these declinations depended on attractions and repulsions. The uniting conductor may consist of several wires, or metallic ribbons, connected together. The nature of the metal does not alter the effect, but merely the quantity. Wires of platinum, gold, silver, brass, iron, ribbons of lead and tin, a mass of mercury, were employed with equal success. The conductor does not lose its effect, though interrupted by water, unless the interruption amounts to several inches in length.

The effect of the uniting wire passes to the needle through glass, metals, wood, water, resin, stoneware, stones; for it is not taken away by interposing plates of glass, metal or wood.

Even glass, metal, and wood, interposed at once, do not destroy, and indeed scarcely diminish the effect. The disc of the electrophorus, plates of porphyry, a stone-ware vessel, even filled with water, were interposed with the same result. We found the effects unchanged when the needle was included in a brass box filled with water. It is needless to observe that the transmission of effects through all these matters has never before been observed in electricity and galvanism. The effects, therefore, which take place in the conflict of electricity are very different from the effects of either of the electricities.

If the uniting wire be placed in a horizontal plane under the magnetic needle, all the effects are the same as when it is above the needle, only they are in an opposite direction; for the pole of the magnetic needle next the negative end of the battery declines to the east.

That these facts may be the more easily retained, we may use this formula—the pole *above* which the *negative* electricity enters is turned to the *west; under* which, to the *east.*

If the uniting wire is so turned in a horizontal plane as to form a gradually increasing angle with the magnetic meridian, the declination of the needle *increases,* if the motion of the wire is towards the place of the disturbed needle; but it *diminishes* if the wire moves further from that place.

When the uniting wire is situated in the same horizontal plane in which the needle moves by means of the counterpoise, and parallel to it, no declination is produced either to the east or west; but an *inclination* takes place, so that the pole, next which the negative electricity enters the wire, is *depressed* when the wire is situated on the *west* side, and *elevated* when situated on the *east* side.

If the uniting wire be placed perpendicularly to the plane of the magnetic meridian, whether above or below it, the needle remains at rest, unless it be very near the pole; in that case the pole is *elevated* when the entrance is from the *west* side of the wire, and *depressed,* when from the *east* side.

When the uniting wire is placed perpendicularly opposite to the pole of the magnetic needle, and the upper extremity of the wire receives the negative electricity, the pole is moved towards the east; but when the wire is opposite to a point between the pole and the middle of the needle, the pole is most towards the west. When the upper end of the wire receives positive electricity, the phenomena are reversed.

If the uniting wire is bent so as to form two legs parallel to each other, it repels or attracts the magnetic poles according to the different conditions of the case. Suppose the wire placed opposite to either pole of the needle, so that the plane of the parallel legs is perpendicular to the magnetic meridian, and let the eastern leg be united with the negative end, the western leg with the positive end of the battery: in that case the nearest

pole will be repelled either to the east or west, according to the position of the plane of the legs. The eastmost leg being united with the positive, and the westmost with the negative side of the battery, the nearest pole will be attracted. When the plane of the legs is placed perpendicular to the place between the pole and the middle of the needle, the same effects recur, but reversed.

A brass needle, suspended like a magnetic needle, is not moved by the effect of the uniting wire. Likewise needles of glass and of gum lac remain unacted on.

We may now make a few observations towards explaining these phenomena.

The electric conflict acts only on the magnetic particles of matter. All non-magnetic bodies appear penetrable by the electric conflict, while magnetic bodies, or rather their magnetic particles, resist the passage of this conflict. Hence they can be moved by the impetus of the contending powers.

It is sufficiently evident from the preceding facts that the electric conflict is not confined to the conductor, but dispersed pretty widely in the circumjacent space.

From the preceding facts we may likewise collect that this conflict performs circles; for without this condition, it seems impossible that the one part of the uniting wire, when placed below the magnetic pole, should drive it towards the east, and when placed above it towards the west; for it is the nature of a circle that the motions in opposite parts should have an opposite direction. Besides, a motion in circles, joined with a progressive motion, according to the length of the conductor, ought to form a conchoidal or spiral line; but this, unless I am mistaken, contributes nothing to explain the phenomena hitherto observed.

All the effects on the north pole above-mentioned are easily understood by supposing that negative electricity moves in a spiral line bent towards the right, and propels the north pole, but does not act on the south pole. The effects on the south pole are explained in a similar manner, if we ascribe to positive electricity a contrary motion and power of acting on the south pole, but not upon the north. The agreement of this law with nature will be better seen by a repetition of the experiments than by a long explanation. The mode of judging of the experiments will be much facilitated if the course of the electricities in the uniting wire be pointed out by marks or figures.

I shall merely add to the above that I have demonstrated in a book published five years ago that heat and light consist of the conflict of the electricities. From the observations now stated, we may conclude that a circular motion likewise occurs in these effects. This I think will contribute very much to illustrate the phenomena to which the appellation of polarization of light has been given.

Copenhagen, July 21, 1820. JOHN CHRISTIAN OERSTED.

(OPTRYK MED ENKELTE RETTELSER EFTER:
HESPERUS. UDGIVET AF K. L. RAHBEK. III. BD. PAG. 312—21. KIØBENHAVN 1820)

Forsøg over den electriske Vexelkamps Indvirkning paa Magnetnaalen.

De første Forsøg over den Gjenstand, jeg vil oplyse, anstilledes i de Forelæsninger, som jeg i afvigte Vinter holdt over Electricitet, Galvanisme og Magnetisme. Det syntes ved disse Forsøg at vise sig, at Magnetnaalen kunde ved et galvanisk Apparat bringes ud af sin Stilling, og det ved en sluttet Kjede; men ikke, som adskillige berømte Physikere forgjeves have forsøgt, ved en aaben. Da imidlertid disse Forsøg anstilledes med et mindre virksomt Apparat, og de fremkomne Phænomener altsaa ikke syntes at være tilstrækkelig tydelige i Forhold til Sagens Vigtighed, saa forenede jeg mig med min Ven Justitsraad Esmarch, for at gjentage og udvide Forsøgene med det store galvaniske Apparat, som vi i Forening have indrettet. Hr. Commandeur Wleugel, Ridder af Dannebrogen bivaanede Forsøgene som Deeltager og Vidne. Hs. Excellence Hr. Oberhofmarskalk Hauch, Ridder af Elephanten og Storkors af Dannebrogen, hvis store Indsigter i Naturvidenskaberne allerede længe have været noksom bekjendte, vor skarpsindige Professor Reinhardt, Professor Jacobsen Dr. Med., som besidder en saa udmærket Duelighed i Anstillelsen af Forsøg, samt den duelige Chemiker Dr. Zeise vare af og til nærværende ved Forsøgene. Ofte gjorde jeg vel allene Forsøg over den omhandlede Gjenstand; men det, jeg var heldig nok til saaledes at opdage, gjentoges stedse i Selskab med disse kyndige Mænd.

I at opregne disse Forsøg vil jeg forbigaae alle dem, der vel have ledet til at finde, hvorledes Sagen forholdt sig, men siden efter intet oplyse nøjere, og opholder mig altsaa blot ved dem, der tydeligt vise Gjenstandens egentlige Væsen.

Det galvaniske Apparat, som vi have anvendt, bestaaer af 20 rektangulære Kasser af Kobber, hvis Højde og Længde omtrent er 12 Tommer, hvis Bredde derimod ikke stort over $2\frac{1}{2}$ Tomme; enhver Kasse er forsynet med 2 Kobberbøiler, der ere saaledes bøjede, at de kunne bære en Kobberstang, hvorpaa der hænger en Zinkplade, som gaaer ned i Vædsken i den næste Kasse. Vandet i Kassen indeholder omtrent $\frac{1}{60}$ Salpetersyre og ligesaameget Svovlsyre. Den Deel af Zinkpladen, som er nedsænket i Vædsken, er omtrent en Fiirkant, hvoraf hver Side er 10 Tommer. Et mindre Apparat lader sig ogsaa anvende, naar det blot kan bringe en Metaltraad i Glødning.

De modsatte Poler af Apparatet forbindes med en Metaltraad, som vi for Kortheds Skyld ville kalde den forenende Leder, eller Forbindelsestraaden: den Virkning derimod, som

finder Sted i Traaden og det omliggende Rum, ville vi benævne den electriske Vexelkamp (conflictus).

Man sætte nu en retliniet Deel af denne Traad i horizontal Stilling over en vedbørlig ophængt Magnetnaal, og parallel med den; skulde det være nødvendigt, kan man bøie Forbindelsestraaden saaledes, at den faaer den til Forsøget meest beqvemme Stilling. Saasnart dette er skeet, vil Magnetnaalen bevæge sig, og det saaledes, at den Pol af den, som ligger under den Deel af Traaden, der nærmest modtager Electricitet fra Apparatets negative Pol, afviger mod Vesten.

Overskriider Lederens Afstand fra Magnetnaalen ikke ¾ Tommer, saa vil den frembragte Afvigning omtrent være 45°; men forøges Frastanden, saa formindskes Afvigelsesvinkelen i samme Forhold, som Afstandene voxe. Ligeledes er ogsaa Afvigelsen forskjellig efter Apparatets Styrke.

Forbindelsestraaden kan forandre sit Sted mod Øst og Vest, kun at den forbliver parallel med Naalen, uden at dette gjør nogen Forandring i Virkningerne, Størrelsen allene undtagen; følgelig kan Virkningen ikke tilskrives blot Frastødning og Tiltrækning, thi i saa Fald maatte den Magnetpol, som tiltrækkes af Lederen, naar den er stillet paa den østlige Side, frastødes, naar den havde Plads paa den vestlige. Lederen kan bestaae af flere sammenheftede Traade, eller Metalstrimler. Metallets Natur forandrer ei heller Virkningen, uden maaskee dens Størrelser. Vi have anvendt med lige Held Traade af Platin, Guld, Sølv, Messing, Jern, Strimler af Tin og Bly; en Masse af Qviksølv. En Leder, der er afbrudt af Vand, var heller ikke uden Virkning; naar Mellemrummet ikke var flere Tommer langt.

Ledningstraadens Virkning paa Magnetnaalen gaaer igjennem Glas Metaller Træe Vand Harpix, Porcellainkar, Stene; thi mellemlagte Plader af Glas, Metal og Træe ophæve den aldeles ikke: ei heller forsvinder den derved, at Plader af Glas Metal og Træe paa eengang lægges derimellem; ja den synes ikke engang at formindskes derved. Dette samme er Tilfældet, om man lægger derimellem en Electrophorkage, en Porphyrplade, et Porcellainkar, selv om det er fyldt med Vand. Vore Forsøg have endog viist, at Virkningen ikke aftager om Magnetnaalen indesluttes i en Messingdaase, fyldt med Vand. At man aldrig har bemærket en saadan Evne til at gjennemtrænge alle Legemer hos Electriciteten og Galvanismen, behøver neppe at omtales; saa at altsaa den Virkning, der finder Sted ved den electriske Vexelkamp, er høist forskjellig fra Virkningen af de adskilte Kræfter hver for sig.

Dersom Lederen lægges i en horizontal Plan under Magnetnaalen, da er Virkningerne det samme, som naar den laae oven over, kun foregaae de i modsat Retning, thi den Pol af Magnetnaalen, under hvilken den Deel ligger af Lederen, der modtager Electricitet nærmest fra Apparatets negative Pol, vil da afvige mod Østen.

For at dette lettere kan erindres, ville vi opstille den Regel: den Pol af Magnetnaalen, over hvilken den negative Electricitet strømme ind, gaaer imod Vesten, den under hvilken den indstrømmer, gaaer imod Østen.

Dreies Ledningstraaden saaledes i den horizontale Plan, at den kommer til at danne en lidt efter lidt voxende Vinkel med den magnetiske Meridian, saa tiltager Magnetnaalens Afvigning, dersom Traadene nærmes til den bortdreven Magnetpol, og aftager, naar den fjernes derfra.

En Ledningstraad, som ligger parallel med een ved Paahængsvægt æqvilibreret Magnetnaal i den samme horizontale Plan, hvori denne bevæger sig, driver den hverken imod Østen eller Vesten; men lader den blot nikke i Inclinationsfladen, saaledes at den Pol, ved hvilken den negative Electricitet strømmer ind, nedtrykkes, naar Lederen ligger ved den vestlige Side, og hæves, naar den ligger paa den østlige.

Lægges Ledningstraaden perpendiculair paa den magnetiske Meridians Plan, saa bliver Naalen i Ro, enten saa Traaden ligger over eller under den; det ene Tilfælde undtagen, at Traaden ligger een af Polerne overmaade nær, thi da hæves denne, naar Indstrømningen skeer fra den vestlige Ende af Traaden, og nedtrykkes, naar den skeer fra Øst.

Sættes Ledningstraaden perpendiculair tæt ved een af Naalens Poler, og dens øverste Ende modtager Electricitet fra Apparatets negative Pol, saa bevæges Magnetnaalens Pol hen mod Østen, sættes den derimod perpendiculair eet eller andet Sted mellem Polen og Midten af Naalen, saa bevæger sig Magnetnaalen mod Vesten. Modtager derimod Traadens øverste Ende Electricitet fra den positive Pol, saa vise Phænomenerne sig i omvendt Orden.

Bøjes Ledningstraaden saaledes nedad, at begge Dele af Bøjningen ere parallele eller danne parallele Been, saa frastøder eller tiltrækker den Magnetnaalen efter de forskjellige Omstændigheder. Sættes Traaden lige overfor een af Naalens Poler, saaledes at den Plan, der begrændses af de parallele Been er perpendiculair paa den magnetiske Meridian, og det østlige Been forbindes med den negative Pol af Apparatet, det vestlige med den positive, saa frastødes den nærmest liggende Magnetpol, enten mod Øst eller Vest efter Traadens forskjellige Stilling. Forbindes derimod det østlige Been med den positive Pol og det vestlige Been med den negative Pol, da tiltrækkes den nærmeste Magnetpol. Stilles Benenes Plan perpendikulair paa et eller andet Sted mellem Naalens Pol og dens Midtpunkt, da vise sig de samme Virkninger, men i omvendt Orden.

En Messingnaal, der ophænges paa samme Maade som Magnetnaalen, bevægedes ikke ved Virkningen fra Lederen. Ligeledes forblive ogsaa Naalene af Glas og Lak i Hvile, skjøndt de underkastes de samme Forsøg.

Af alle disse Phænomener kunne vi udlede nogle Momenter til at forklare Grunden til dem.

Den electriske Vexelkamp formaaer kun at virke paa Materiens magnetiske Dele. Alle umagnetiske Legemer synes at være gjennemtrængelige for den electriske Vexelkamp: de magnetiske derimod, eller maaskee rettere Legemernes magnetiske Dele, synes at gjøre Modstand imod den electriske Vexelkamps Gjennemgang; herved altsaa bevæges de af de modstridende Kræfters Indvirkning.

At den electriske Vexelkamp ikke indesluttes i Lederen, men som ovenfor er sagt, udbreder sig i det omliggende Rum, og det endog temmeligt langt, det fremlyser tydeligt af de alt anførte Iagttagelser.

Ligeledes kan man slutte, at denne Virkning skeer i Kredsen om Lederen; thi dette synes at være den eneste Betingelse, under hvilken det kan skee, at den samme Deel af Lederen, fører Magnetnaalen imod Østen, naar den er lagt under Magnetpolen, derimod driver den imod Vesten, saasnart den lægges ovenover; thi det er Kredsens Natur, at Bevægelserne i

modsatte Dele maae have en modsat Retning. Desuden synes ogsaa at en Bevægelse i Kredse forbundet med en progressiv Bevægelse efter Længden af Lederen, maae danne en Sneglegang eller Spirallinie, hvilket dog, om jeg ikke tager Feil, ikke bidrager noget til Forklaringen af de hidtil bemærkede Phænomener.

Alle de her anførte Virkninger paa Nordpolen forstaaes lettelig, naar man antager, at den negative electriske Kraft eller Materie gjennemløber en Spirallinie, der gaaer fra venstre til høire, og driver Nordpolen fremad uden at virke paa Sydpolen. Virkningerne paa Sydpolen forklares ligeledes, naar man tillægger den positiv electriske Kraft eller Materie en modsat Bevægelse og Kraft til at virke paa Sydpolen; men ikke paa Nordpolen. Denne Lovs Overeensstemmelse med Naturen indsees imidlertid lettere ved Gjentagelse af Forsøgene end ved en lang Forklaring. Saare meget lettes Bedømmelsen af Phænomenerne, naar de electriske Kræfters Løb betegnes paa Lederen enten ved malede eller indskaarne Mærker.

Til det jeg ovenfor har sagt, maae jeg endnu føie dette: at jeg i en Bog, jeg for syv Aar siden udgav, har beviist, at Varmen og Lyset var en electrisk Vexelkamp. Af de nylig anførte Jagttagelser kan man nu slutte, at Bevægelsen i Spiraler ogsaa maae finde Sted ved disse Virkninger; hvilket jeg troer vil bidrage overmaade meget til at forstaae Lysets Polarisation.

Kjøbenhavn d. 21de Juli 1820.

H. C. Ørsted.


A000011502234

